

Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará¹.

Silvio Roberto Miranda dos SANTOS², Izildinha de Souza MIRANDA², Manoel Malheiros TOURINHO²

RESUMO

Este trabalho apresenta uma estimativa da biomassa seca (BS) acima do solo e estoque de carbono (EC) de sistemas agroflorestais (SAF) estudados nas várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. A BS foi estimada pelo método indireto a partir dos dados de um inventário florestal realizado em sete parcelas de 0,25 ha (50 m x 50 m). Foram inventariados em média 2594 indivíduos/ha com DAP \geq 5 cm. *Euterpe oleracea* Mart. (açai) e *Theobroma cacao* L. (cacao), foram as espécies mais importantes e representaram 80 % dos indivíduos (54 % e 26 %, respectivamente) e as outras espécies (árvores) 20 %. Em média a BS dos SAF foi de 298,44 t/ha. O açai apresentou BS de 4,47 t/ha (43 % nas folhas e 57 % nos estipes), o cacao 1,45 t/ha (18 % nas folhas e 82 % na madeira) e as árvores 292,52 t/ha (1 % nas folhas e 99 % na madeira). O EC contido na BS total média foi de 134,30 t/ha; as árvores estocaram 131,63 t/ha (98 %), o açai 2,01 t/ha (1,5 %) e o cacao 0,65 t/ha (0,5 %). O EC médio dos SAF estudados (idade média de 12 anos) representou, em média, cerca de 96 % do carbono que é estocado numa floresta primária de terra firme; cerca de 62 % a mais do estocado em florestas secundárias enriquecidas (idade média de 26 meses) e 23 % a mais do estocado em florestas de várzeas na Amazônia brasileira.

PALAVRAS-CHAVE

Sistemas agroflorestais, biomassa, carbono, várzeas, Amazônia.

Biomass estimation of agroforestry systems of the Juba river floodplain in Cametá, Pará.

ABSTRACT

*This work presents an estimation of dry biomass (BS) above ground and stock of carbon (EC) agroforestry systems (SAF), studied in the floodplains of the river Juba in Cametá, Pará. The BS was estimated by the indirect method from the data of a forest inventory carried out in seven plots of 0.25 ha (50 m x 50 m). They were surveyed an average of 2594 individuals/ha with DBH \geq 5 cm. *Euterpe oleracea* Mart. (açai) and *Theobroma cacao* L. (cacao), were the most important species and represented 80 % of the individuals (54 % and 26 %, respectively) and the others (trees) 20 %. On average the BS of the SAF was of 298.44 t/ha. Açai presented BS of 4.47 t/ha (43 % in leaves and 57 % in stems), cacao 1.45 t/ha (18 % in leaves and 82 % in wood) and the trees 292.52 t/ha (1 % in leaves and 99 % in wood). The EC contained in the BS average total was 134.30 t/ha; the trees had about 131.63 t/ha (98 %), açai 2.01 t/ha (1.5 %) and cacao 0.65 t/ha (0.5 %). The EC average of SAF studied (average age of 12 years) represented, on average, about of 96 % of carbon that is stored in a primary forest, about of 62 % more than of stored in enriched secondary forest (average age of 26 month) and 23 % more than of stored in forest of floodplains in Brazilian Amazonia.*

KEY WORDS

Agroforestry systems, biomass, carbon, floodplains, Amazonia.

INTRODUÇÃO

As Florestas Tropicais Úmidas caracterizam-se pela sua biodiversidade e alta taxa de produtividade biológica com grande acúmulo de carbono (C). Entretanto, atividades antrópicas como desmatamento, queimadas, agricultura de corte/queima que transferem à atmosfera grande parte do

carbono imobilizado na vegetação, e a industrialização e geração de energia via queima de carbono mineral tem contribuído para o aumento na concentração de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, principal gás responsável pelo efeito estufa (Salomão, 1994; Murillo, 1997).

A adoção de sistemas de uso da terra como os agroecossistemas, sistemas silviculturais e/ou agroflorestais

¹Parte da dissertação do primeiro autor. Trabalho financiado pelo Projeto Várzea/UFRA.

²Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Av. Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, CP 917, CEP 66077-530, Belém-PA, Brasil. silviorms@ufra.edu.br; izildinha@ufra.edu.br

bem manejados, podem estocar até 228 t/ha de C, incluindo o retido no solo (Dixon, 1995). Segundo Caldeira *et al.* (2001), o acúmulo de biomassa num povoamento florestal ou agroflorestal é afetado por fatores ambientais, bem como por fatores inerentes a natureza da própria planta. No entanto, em relação à fixação de carbono Murillo (1997) considera inadequada às comparações entre qual o tipo de floresta fixa mais carbono, as artificiais ou as naturais, pois, se por um lado às florestas artificiais fixam mais carbono, principalmente nos primeiros anos após sua implantação, as naturais o retêm em forma permanente e em grande quantidade, além de propiciar a manutenção da biodiversidade.

O aumento de biomassa aérea e subterrânea num plantio de árvores é elevado nos dez primeiros anos, sendo que a biomassa aérea nesse caso apresenta incremento lenhoso e foliar mais rápido até os 20 anos, apresentando uma pequena desaceleração, mas, com algum acréscimo até sua maturação (Brown & Lugo, 1990). Observa-se comportamento semelhante em sistemas agroflorestais (SAF) que são muito dinâmicos, principalmente nos primeiros anos de implantação e estabelecimento quando a experimentação de espécies é uma prática comum (Smith, 1996).

Nesse contexto, os SAF - sistema de uso da terra em que espécies florestais e não florestais são cultivadas simultaneamente ou em seqüência, em associações planejadas com cultivos anuais ou perenes e/ou pastagens (Serrão, 1995) - freqüentemente são admitidos como uma das formas mais adequadas de desenvolvimento dos trópicos úmidos; junto com o manejo de florestas secundárias (capoeiras) e os reflorestamentos, surgem como alternativas viáveis do ponto de vista ambiental e econômico, capazes de contribuir na absorção de CO₂ e reduzir o efeito estufa (Smith *et al.*, 1998). Segundo Osterroht (2002), entre os diversos sistemas agropecuários de uso da terra, os SAF são aqueles que acumulam o maior ativo de biomassa.

A estimativa de biomassa de florestas pode nos proporcionar informações sobre o estoque de macro e micro nutrientes retidos na vegetação, sendo de grande importância nas atividades de manejo florestal, no que se refere ao uso sustentável dos recursos naturais e também nas questões de clima, nas quais a biomassa é usada para estimar o estoque de carbono e quantidade de CO₂ liberado à atmosfera devido à adoção de diferentes usos da terra (Fearnside *et al.*, 1993; Higuchi & Carvalho, 1994; Brown *et al.*, 1995; Fearnside, 1996; Salomão, 1996; Hairiah *et al.*, 2001).

As estimativas de biomassa de um ecossistema podem ser obtidas por métodos diretos (destrutivo) ou indiretos (não destrutivo). O Método Direto é mais acurado e eficaz, mas é difícil pesar todas as árvores de uma área e, em geral, trabalhos que utilizam o método direto baseiam-se em poucas e pequenas parcelas, tendenciosamente escolhidas. O Método Indireto é mais rápido, não corta, não pesa e nem seca nenhum indivíduo, pode amostrar uma área maior e maior número de indivíduos, pois, utiliza variáveis mais facilmente obtidas no campo, como o diâmetro a 1,30 m acima do solo (diâmetro à altura do peito - DAP), porém, esse método está

sujeito a erros de medição que nem sempre são mencionados (Higuchi *et al.*, 1998; Hairiah *et al.*, 2001).

Higuchi *et al.* (1998) citam que modelos de equações alométricas, com apenas uma variável independente (DAP) apresentaram resultados tão consistentes quanto aos modelos que utilizavam também a altura (H).

Segundo Ketterings *et al.* (2001) a estimativa de biomassa acima do solo é imprescindível aos estudos do balanço global de carbono. Para Higuchi *et al.* (1998) as estimativas de biomassa representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo estimar a biomassa seca acima do solo da vegetação de sete SAF nas várzeas flúvio-marinhas do rio Juba, baixo Tocantins, Amazônia Oriental, e avaliar a importância desses sistemas de uso da terra como alternativa para a recuperação de áreas alteradas e como acumuladores de carbono.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Este estudo foi desenvolvido nas várzeas do rio Juba, comunidade da Ilha Juba, município de Cametá-PA (01°55'00" e 02°38'25" S e 49°11'13" e 49°50'34" W) (Figura 1) (IBGE, 1983).

Segundo a classificação de Köppen, o clima dessa região é do tipo Am, tropical úmido. A temperatura média anual é de 26,5°C, com mínima de 22°C e máxima de 31°C; média anual de umidade relativa do ar de 85 % e pluviosidade média anual de 2375 mm, apresentando estação mais chuvosa de janeiro a maio e menos chuvosa de junho a dezembro (IBGE, 1991).

Nas várzeas do rio Juba, a maioria dos SAF caracteriza-se por apresentar cobertura vegetal em torno de 50 % da área e sub-bosque relativamente aberto; outros por apresentarem cobertura vegetal um pouco mais densa. Esses SAF, originados a partir do manejo da floresta natural já explorada, apresentam muitas palmeiras (principalmente *Euterpe oleracea* Mart.) e frutíferas (principalmente *Theobroma cacao* L.), são sujeitos a manejo moderado e/ou esporádico de impacto reduzido, que consiste em desbastes dos indivíduos mais velhos nos açaiçais que são aproveitados para produzir palmitos, corte de cipós e de espécies invasoras, coletas de frutos, sementes, óleos, cascas e ervas para fins medicinais e uma eventual exploração de madeira para uso na propriedade. A idade média desses SAF, sob manejo, é de 12 anos aproximadamente.

Métodos

Foram selecionadas sete propriedades com SAF nas várzeas do rio Juba. Em cada uma das propriedades foi inventariada uma parcela amostral de 50 m x 50 m (0,25 ha), denominadas de SAF-1 a SAF-7 (Figura 1), onde foram medidos os DAP e

estimadas a altura total (H) de todos os indivíduos com DAP \geq 5cm. Nas medições das palmeiras que formam touceiras, como *Euterpe oleracea* Mart., foi considerado cada estipe existente nas referidas touceiras como um indivíduo.

Para estimar a biomassa dos SAF a vegetação foi dividida em açai (*Euterpe oleracea* Mart.), cacau (*Theobroma cacao* L.) e árvores (espécies naturais pré-existent). Foram excluídas as palmeiras (*Mauritia flexuosa* L., *Raphia taedigera* (Mart.) Mart. e *Astrocaryum murumuru* Mart.) e a bananeira (*Musa sapientum* L.) por pouca representatividade, juntas apresentaram densidade relativa e frequência relativa de 0,29 % e 0,61 %, respectivamente, e pela inexistência de equações alométricas específicas.

A estimativa da biomassa seca (BS) acima do solo foi calculada pelo Método Indireto, utilizando as equações alométricas 1 e 2 para açai, equações 3 e 4 para cacau e as equações 5 e 6 para as árvores (Tabela 1), desenvolvidas por Bartelt *et al.* (2000) para a vegetação de várzeas das Ilhas Furtado e Tamanduá, localizadas no município de Cametá, próximas a Ilha Juba.

A BS foi calculada em unidades de peso (t) por área (ha). A BS de folhas, madeira e estipes de açai, cacau e árvores foi obtida somando-se as respectivas biomassas contidas em cada SAF. A BS total foi obtida pela média da BS dos sete SAF. Para obter o estoque de carbono (EC)

contido na BS em um hectare, multiplicou-se essa BS total pelo fator 0,45, pois, segundo alguns autores em média a biomassa seca contém aproximadamente 45 % de carbono (Murillo, 1997; Higuchi *et al.*, 1998; Thibau, 2000).

RESULTADOS

Foram inventariados em média de 2594 indivíduos/ha com DAP \geq 5 cm. A maior abundância ocorreu no SAF-7 (2892 indivíduos/ha) e a menor no SAF-6 (1756 indivíduos/ha). O açai foi à espécie mais abundante e importante com 54 % dos indivíduos. Cacau apresentou 26 % dos indivíduos e as demais espécies (árvores) representaram 20 % dos indivíduos (Tabela 2).

As maiores médias de DAP (9,1 cm) e de H (9,6 m) para o açai ocorreram nos SAF 5 e 1, respectivamente, e as menores no SAF-6 (DAP = 7,3 cm; H = 4,7 m); o cacau apresentou as maiores médias de DAP (7,1 cm) e de H (3,6 m) nos SAF 3 e 5, respectivamente, e as menores no SAF-7 (DAP = 5,6 cm; H = 1,6 m), as árvores apresentaram as maiores médias de DAP (21,6 cm) no SAF-3 e de H (19,7 m) no SAF-2 e as menores no SAF-4 (DAP = 17,2 cm; H = 14,1 m). De modo geral, o cacau apresentou as menores médias e variação de DAP e H e as árvores as maiores (Tabela 2).

A estimativa média de BS de açai foi de 4,47 t/ha (43 % de folhas e 57 % de estipes), o cacau apresentou 1,45 t/ha (18 % de folhas e 82 % de madeira) e as árvores, apesar de menos abundantes, apresentaram a maior BS 292,52 t/ha (1 % de folhas e 99 % de madeira) (Tabela 3).

A BS do açai variou de 1,77 t/ha a 6,51 t/ha, a do cacau de 0,27 t/ha a 3,48 t/ha e a das árvores de 121,99 t/ha a 397,38 t/ha (Tabela 3).

A BS total média foi de 298,44 t/ha. A maioria dos SAF (57 %) apresentou BS superior a média; as maiores estimativas de BS ocorreram nos SAF-2 (402,79 t/ha) e SAF-5 (402,63 t/ha), enquanto, a menor estimativa de BS ocorreu no SAF-4 (128,79 t/ha) (Tabela 3).

O EC contido na BS total média dos sete SAF das várzeas do rio Juba, Cametá-PA, foi de 134,30 t/ha. As folhas estocaram cerca de 2 % (2,19 t/ha) e os estipes e madeira cerca de 98 % (132,10 t/ha) de C. As árvores estocaram cerca de 131,63 t/ha (98 %), o açai 2,01 t/ha (1,5 %) e o cacau 0,65 t/ha (0,5 %) de C (Tabela 3).

O EC médio observado nos SAF estudados (idade média de 12 anos) representou, em média, cerca de 96 % do carbono que é estocado em florestas primárias de terra firme; 62 % a mais do estocado em florestas secundárias enriquecidas com espécies leguminosas (idade média de 26 meses) e 23 % a mais do estocado em florestas de várzeas na Amazônia brasileira (Tabela 4).

DISCUSSÃO

A abundância média observada nos SAF das várzeas do rio Juba, Cametá-PA, foi superior às médias encontradas nas

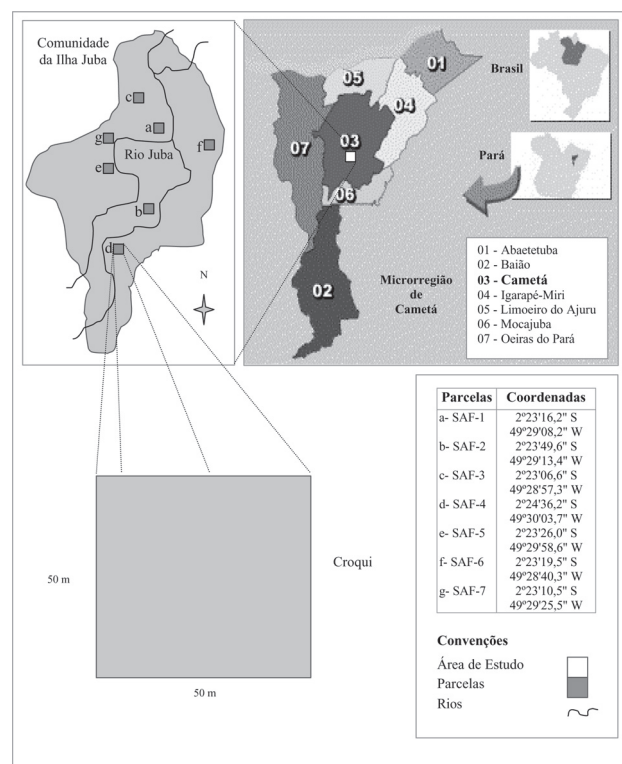


Figura 1 - Localização da área de estudo e croqui esquemático das parcelas amostrais estudadas nas várzeas do rio Juba, baixo Tocantins - Cametá, Pará.

Tabela 1 - Equações utilizadas na estimativa de biomassa seca (BS) acima do solo da vegetação (kg/indivíduo) de sete sistemas agroflorestais (SAF) estudados nas várzeas do rio Juba, Cametá-PA. Coeficiente de determinação (R^2) e diâmetro a altura do peito (DAP). Respectivamente, as equações 1 e 2 (BS-folhas e BS-estipes de açaí), as equações 3 e 4 (BS-folhas e BS-madeira de cacau) e as equações 5 e 6 (BS-folhas e BS-madeira de árvores).

	Equações alométricas	R^2	Nível da amostra (cm)	Local	Fonte
AÇAÍ					
1	$BS = \exp(-0,0550 + 0,0451 \cdot DAP)$	0,92	$DAP \geq 5$	Floresta de várzea/Cametá	Bartelt <i>et al.</i> (2000)
2	$BS = \exp(-0,0470 + 0,0750 \cdot DAP)$	0,99	$DAP \geq 5$	Floresta de várzea/Cametá	Bartelt <i>et al.</i> (2000)
CACAU					
3	$BS = \exp(-1,3200 + 0,0566 \cdot DAP)$	0,96	$DAP \geq 5$	Floresta de várzea/Cametá	Bartelt <i>et al.</i> (2000)
4	$BS = \exp(0,0320 + 0,0810 \cdot DAP)$	0,99	$DAP \geq 5$	Floresta de várzea/Cametá	Bartelt <i>et al.</i> (2000)
ÁRVORES					
5	$BS = \exp(-0,7600 + 0,1242 \cdot DAP)$	0,77	$DAP \geq 5$	Floresta de várzea/Cametá	Bartelt <i>et al.</i> (2000)
6	$BS = \exp(0,0204 + 0,3129 \cdot DAP)$	0,99	$DAP \geq 5$	Floresta de várzea/Cametá	Bartelt <i>et al.</i> (2000)

Tabela 2 - Estatística descritiva dos dados observados nos sete sistemas agroflorestais (SAF) nas várzeas do rio Juba, Cametá-PA. Diâmetro a altura do peito (DAP) e altura total (H).

Espécies / Variáveis	SAF-1	SAF-2	SAF-3	SAF-4	SAF-5	SAF-6	SAF-7	Média
	DAP (cm)							
AÇAÍ								
Abundância ($N = n_i/ha$)	2012	1552	1380	1772	532	844	1700	1399
Média de DAP (M)	8,69	8,92	8,77	8,47	9,09	7,26	8,00	8,46
Desvio Padrão (s)	2,82	2,59	2,69	2,85	2,71	2,24	2,94	2,69
Erro Padrão (e)	0,13	0,13	0,15	0,14	0,24	0,15	0,14	0,15
Coeficiente de Variação (%)	32,44	29,01	30,73	33,62	29,83	30,83	36,70	31,88
CACAU								
Abundância ($N = n_i/ha$)	132	604	1040	536	1652	348	464	682
Média de DAP (M)	5,86	6,31	7,12	6,35	6,28	5,58	5,65	6,16
Desvio Padrão (s)	1,43	1,29	1,68	1,54	1,30	1,18	1,21	1,38
Erro Padrão (e)	0,25	0,11	0,10	0,13	0,06	0,13	0,11	0,13
Coeficiente de Variação (%)	24,46	20,49	23,64	24,21	20,75	21,13	21,36	22,29
ÁRVORES								
Abundância ($N = n_i/ha$)	632	448	300	456	460	564	728	513
Média de DAP (M)	19,47	21,01	21,59	17,15	20,93	18,66	17,62	19,49
Desvio Padrão (s)	12,68	15,15	14,63	13,78	13,82	15,51	16,40	14,57
Erro Padrão (e)	1,01	1,43	1,69	1,29	1,29	1,31	1,22	1,32
Coeficiente de Variação (%)	65,14	72,09	67,77	80,38	66,00	83,09	59,46	70,56

continua >

Espécies / Variáveis	SAF-1	SAF-2	SAF-3	SAF-4	SAF-5	SAF-6	SAF-7	Média
	H(m)							
AÇAI								
Abundância (N = n _i /ha)	2012	1552	1380	1772	532	844	1700	1399
Média de H (M)	9,55	7,21	7,85	6,71	7,52	4,72	9,28	7,55
Desvio Padrão (s)	7,82	6,19	6,13	4,91	4,90	3,83	8,16	5,99
Erro Padrão (e)	0,35	0,31	0,33	0,23	0,23	0,26	0,40	0,30
Coefficiente de Variação (%)	81,88	85,78	78,14	73,24	72,98	81,17	87,95	80,16
CACAU								
Abundância (N = n _i /ha)	132	604	1040	536	1652	348	464	682
Média de H (M)	2,42	2,78	1,86	3,41	3,61	3,36	1,64	2,72
Desvio Padrão (s)	0,70	0,89	0,28	1,30	1,02	1,15	0,17	0,78
Erro Padrão (e)	0,12	0,07	0,02	0,11	0,05	0,12	0,02	0,07
Coefficiente de Variação (%)	28,76	31,90	14,88	38,06	28,11	34,15	10,29	26,59
ÁRVORES								
Abundância (N = n _i /ha)	632	448	300	456	460	564	728	513
Média de H (M)	18,45	19,72	18,59	14,05	19,67	17,59	18,97	18,15
Desvio Padrão (s)	8,07	10,82	9,65	7,84	10,11	10,54	11,28	9,76
Erro Padrão (e)	0,64	1,02	1,11	0,73	0,94	0,89	0,84	0,88
Coefficiente de Variação (%)	43,75	54,86	51,95	55,79	51,38	59,94	59,46	53,87

Tabela 3 - Estimativa de biomassa seca (BS) acima do solo e estoque de carbono (EC) de sete sistemas agroflorestais (SAF) estudados nas várzeas do rio Juba, Cametá-PA. Média (M) e erro padrão da média (e).

Equações	BS (t/ha)							EC (t/ha)		
	SAF-1	SAF-2	SAF-3	SAF-4	SAF-5	SAF-6	SAF-7	M	e	
AÇAI										
Eq-1 (BS-folhas)	2,82	2,20	1,94	2,46	0,76	1,11	2,31	1,94	0,28	0,87
Eq-2 (BS-estipes)	3,69	2,89	2,54	3,20	1,01	1,39	2,97	2,53	0,37	1,14
Eq-1 + Eq-2	6,51	5,09	4,48	5,66	1,77	2,50	5,28	4,47	-	2,01
CACAU										
Eq-3 (BS-folhas)	0,05	0,23	0,42	0,21	0,63	0,13	0,17	0,26	0,07	0,12
Eq-4 (BS-madeira)	0,22	1,04	1,91	0,93	2,85	0,57	0,77	1,18	0,34	0,53
Eq-3 + Eq-4	0,27	1,27	2,33	1,14	3,48	0,70	0,94	1,45	-	0,65
ÁRVORES										
Eq-5 (BS-folhas)	3,32	2,85	2,05	1,80	2,90	2,68	3,05	2,66	0,21	1,20
Eq-6 (BS-madeira)	342,81	393,58	315,56	120,19	394,48	239,12	223,24	289,85	38,10	130,43
Eq-5 + Eq-6	346,13	396,43	317,61	121,99	397,38	241,80	226,29	292,52	-	131,63
TOTAL										
BS (t/ha)	352,91	402,79	324,42	128,79	402,63	245,00	232,51	298,44	-	-
EC (t/ha)	158,81	181,26	145,99	57,96	181,18	110,25	104,63	134,30	-	-

Tabela 4 - Resumo comparativo de médias dos resultados da estimativa de biomassa seca (BS) e estoque de Carbono (EC) de sete sistemas agroflorestais (SAF) estudados nas várzeas do rio Juba, Cametá-PA, com as médias de BS e EC de florestas de várzeas (FV), florestas de terra firme (FTF) e capoeiras enriquecidas (CE), com espécies leguminosas, da Amazônia brasileira.

BS (t/ha)	EC (t/ha)	Nível da amostra (cm)	Tipos	Local	Fonte
298*	134*	DAP ≥ 5	SAF	Cametá-PA	Este estudo
178	80	DAP ≥ 5	FV	Amazonas	Klinge <i>et al.</i> (1995)
307	138	DAP ≥ 5	FV	Abaetetuba-PA	Tsuchiya & Hiraoka (1999)
289	130	DAP ≥ 5	FTF	Abaetetuba-PA	Tsuchiya & Hiraoka (1999)
327**	147**	-	FTF	Amazônia	Fearnside (1994)
106***	48***	(30 meses)	CE	Igarapé-açu-PA	Brienza Jr. (1999)
199***	90***	(21 meses)	CE	Paragominas-PA	Pereira (2001)
247***	111***	(28 meses)	CE	Rondônia	Rodrigues <i>et al.</i> (1998)

(*) Média de BS e EC de sete SAF com idade média de 12 anos (144 meses).

(**) Média total de estimativa de BS e EC para floresta amazônica.

(***) Médias de BS e EC modificadas a partir dos valores originais, com projeção para 12 anos (144 meses).

várzeas de Abaetetuba-PA (1550 indivíduos/ha) e rio Solimões-AM (1086 indivíduos/ha) (Tsuchiya & Hiraoka, 1999; Klinge *et al.*, 1995) e ligeiramente inferior à média encontrada por Bartelt *et al.* (2000) nas várzeas das ilhas Furtado e Tamanduá em Cametá (2637 indivíduos/ha). Nesse estudo, e no realizado na várzea de Abaetetuba, o açaí foi à espécie mais abundante; enquanto, no estudo realizado nas várzeas de Cametá foi o cacau com mais de 60 % dos indivíduos. Nos três estudos realizados nas várzeas paraenses, o número de árvores foi baixo. Tsuchiya & Hiraoka (1999), citam que o número de árvores depende do grau de cultivo de açaí e manejo dos açazais nativos, práticas comuns na região, e que o número de espécies arbóreas é influenciado pela adaptação as inundações que ocorrem nessas várzeas.

As médias de DAP de açaí, cacau e árvores observadas nos SAF estudados foram compatíveis com as médias para o mesmo tipo de vegetação encontradas nas florestas de várzea de Cametá (Bartelt *et al.*, 2000). Contudo, as médias de H de cacau e árvores encontradas por esses mesmos autores, foram muito superiores às médias observadas nesse estudo.

O percentual médio de BS observado nos estipes/madeira foi superior ao encontrado na BS das folhas; a menor variação foi no açaí e a maior nas árvores. As árvores apresentaram a maior estimativa de BS, apesar de representar apenas um quinto do número de indivíduos. Bartelt *et al.* (2000), também obtiveram resultados semelhantes, mas com valores bem superiores para BS de açaí e de cacau, nas florestas de várzea de Cametá. Observaram, ainda, maior concentração de BS nos estipes/madeiras do que nas folhas tanto para açaí, cacau e árvores. Pereira (2001), estudando capoeiras enriquecidas (21 meses) com acácia (*Acacia mangium* Willd) e ingá (*Inga edulis* Mart.), em Paragominas-PA, observou que 85 % da BS da acácia e 88 % da BS do ingá estavam concentradas na madeira. Denich (1991) e Brienza Jr. (1999), estudando

capoeiras enriquecidas (30 meses) com mais de três espécies de leguminosas em Igarapé-açu-PA, também observaram maior produção de BS concentrada na madeira das árvores.

A maior quantidade da BS foi observada na madeira das árvores. Entretanto, espécies que acumulam nutrientes nas folhas como *Ficus anthelmintica* Mart., *Hevea brasiliensis* Muell Arg. e *Hura crepitans* L., são importantes para o ciclo de nutrientes e adubo natural. *Euterpe oleracea* Mart. e *Theobroma cacao* L., espécies mais abundantes e que apresentaram maior BS nas folhas, contribuem com grandes quantidades de material, principalmente folhas, o que aumenta a matéria orgânica no solo e, ainda, são boas para a fixação de nutrientes, constituindo-se assim de grande valor ambiental. A importância ecológica dessas espécies quanto à reciclagem de nutrientes está muito relacionada com a produção biomassa dentro do ecossistema (Bartelt *et al.*, 2000).

As médias de BS e EC observadas nos SAF estudados (idade média de 12 anos) foram superiores as médias encontradas nas florestas de várzea do Amazonas, um pouco superior as médias encontradas nas capoeiras enriquecidas de Paragominas-PA (21 meses) e de Rondônia (28 meses) e quase o triplo da média encontrada nas capoeiras enriquecidas de Igarapé-açu-PA (30 meses), isso talvez, devido a grande intervenção antrópica e de longa data nessas áreas; foram compatíveis às médias encontradas nas florestas de várzea e de terra firme de Abaetetuba-PA; mas, inferior as médias encontradas por Fearnside (1994) para a floresta amazônica (Tabela 4).

O EC observado na BS acima do solo nos SAF estudados, foi cerca de 60% do citado por Dixon (1995), para sistemas antrópicos (228 t/ha), incluído o retido no solo, constituindo-se em importante alternativa para fixar e acumular carbono, juntamente com as capoeiras enriquecidas, florestas de várzea ou de florestas de terra firme na Amazônia brasileira.

A diferença nas médias de estimativas de BS e EC, principalmente em relação às florestas de terra firme, pode estar relacionada ao elevado número de açazeiros e cacaueiros encontrados nos SAF estudados. Higuchi & Carvalho (1994), citam que a ocorrência de árvores de grande porte, mesmo em número reduzido, numa amostra pode superestimar a biomassa. Esse fato foi observado no SAF-2 que apresentou as maiores médias de DAP e H para as árvores e apresentou a maior estimativa de BS. Enquanto, o SAF-4, que apresentou as menores médias de DAP e de H para as árvores, apresentou a menor estimativa de BS, apesar de ser o terceiro mais abundante.

Essas diferenças também podem ser devido ao regime de manejo e composição florística desses SAF. Nos SAF onde o manejo foi mais intenso as estimativas de BS foi menor, como nos SAF 4,6 e 7; enquanto que nos SAF onde o manejo foi esporádico as estimativas de BS foi maior.

CONCLUSÃO

Os SAF das várzeas do rio Juba, são importantes acumuladores de carbono. Podendo contribuir com grande eficácia no seqüestro de CO₂ e conseqüente redução do efeito estufa.

A maior quantidade de BS foi registrada nas árvores, principalmente na madeira. O açaí, espécie mais importante, apresentou BS média quase equitativa entre os estipes e as folhas.

O manejo adotado influencia na quantidade de biomassa retida nos SAF, quando bem manejado sua biomassa excede a biomassa produzida por outros sistemas de produção.

A BS observada nos SAF estudados indica possibilidades de sustentabilidade ecológica e ambiental constituindo-se numa alternativa viável para seqüestrar CO₂ e fixar carbono.

AGRADECIMENTOS

A pesquisa recebeu apoio do Projeto Várzea/UFRA, Coordenadoria do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais (CPGCF/UFRA) e escritórios da Emater-PA e Ceplac-PA em Cametá. Agradecemos ao Dr. Silvio Brienza Júnior pelas sugestões. Agradecemos a colaboração dos proprietários das áreas onde foi realizado esse estudo: Sr. Bráulio (mateiro), Sr. Lousada, Sra. Maria Amélia, Sr. Otávio, Sr. Wilson, Sr. Manuel e Sr. Felipe; ao Eng^o Agrônomo Raimundo Ribeiro e Sr. Pedrinho (barqueiro e mateiro) pelo apoio e colaboração na coleta de dados.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Bartelt, D.; Koch, J.; Tourinho, M.M. 2000. Anbau von Acai (*Euterpe oleracea*) und Kakao (*Theobroma sylvestre*) in Primärwäldern der várzeas am rio Tocantins (Brasilien/Para). *Forstarchiv*, 71(6): 250-256.

- Brienza Jr., S. 1999. *Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in eastern Amazon of Brazil*. Ph.D Thesis. University of Göttingen, Germany. 139pp.
- Brown, I.F; Martinelli, L.A.; Thomas, W.W; Moreira, M.Z.; Ferreira, C.A.C.; Victoria, R.L. 1995. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: example from Rondonia Brazil. *Forest Ecology and Management*, 75: 175-189.
- Brown, S.; Lugo, A. 1990. Forest Tropical Secondary. *Journal of Tropical Ecology*, 6:1-32.
- Caldeira, M.V.W., Schumaker, M.V., Neto, R.M.R, Watzlawick, L.F.; Santos, E.M. 2001. Quantificação da biomassa acima do solo de *Acácia mearnsii* De Wild., procedência Batemans Bay - Austrália. *Ciência Florestal*, 11 (2): 79-91
- Denich, M. 1991. *A importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção da Amazônia Oriental Brasileira*. EMBRAPA. CPATU-GTZ, Belém. 284pp.
- Dixon, R.K. 1995. Sistemas agroflorestales y gases invernadores. *Agrofloresteria en las Américas*, 2 (7): 22-27
- Fearnside, P.M. 1994. *Biomassa das florestas amazônicas brasileiras*, In.: Seminário Emissão e Seqüestro de CO₂: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Porto alegre. Anais. CVRD, Rio de Janeiro. p. 95-124.
- Fearnside, P.M. 1996. Amazonian deforestation and warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon Forest. *Forest Ecology and Management*, 80: 21-34.
- Fearnside, P.M.; Leal Filho, N.; Fernandes, F.M. 1993. Rainforest Burning and the Global Budget: Biomass, combustion efficiency and charcoal e formation in the Brazilian Amazon. *Journal of Geophysical Research*, 98 (D9):16733-26743
- Hairiah, K.; Sitompull, S.M.; Noordwijk, M.van.; Palm, C. 2001. *Methods for sampling carbon stocks above and below ground*. In: Noordwijk, M. van.; Williams, S. and Verbist, B. (Ed.). *Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns*. ICRAF. ABS Lecture Note 4 A, Bogoi, 49pp.
- Higuchi, N.; Santos, J.; Imanaga, M.; Yoshida, S. 1994. Aboverground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forest. *Memoirs of the Faculty of Agriculture*, 30 (39): 43-54.
- Higuchi, N.; Carvalho Jr., J.A. 1994. *Biomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia*. In.: Seminário Emissão e Seqüestro de CO₂: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Porto alegre. Anais. CVRD, Rio de Janeiro. p.125-153.
- Higuchi, N.; Santos, J.; Ribeiro, R.J.; Minette, L.; Biot, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. *Acta Amazonica*, 28 (2): 153-165
- IBGE. 1983. *Cametá - Pará: coleção de monografias dos municípios*. IBGE, Rio de Janeiro. 16pp.
- IBGE. 1991. *Geografia do Brasil - v.3. Região Norte*. IBGE, Rio de Janeiro. 307pp.
- Ketterings, Q.M.; Coe, R.; Noordwijk, M. van.; Ambagau, Y.; Palm, C.A. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*, 146: 199-209.

- Klinge, H.; Adis, J.; Worbes, M. 1995. The vegetation of a seasonal varzea forest in the lower Solimões river, Brazilian Amazonia. *Acta Amazonica*, 25 (3/4): 201-220
- Murillo, M.A. 1997. Almacenamiento y fijación de Carbono en ecosistemas forestales. *Revista Forestal Centroamericana*, 6 (19):9-12
- Osterrooht, von M. 2002. Manejo de SAF's. *Agroecologia Hoje*, 15: 12-13.
- Pereira, C.P. 2001. *Avaliação da biomassa acumulada em áreas de vegetação secundária "capoeira" enriquecida com árvores leguminosas, no nordeste do Estado do Pará*. Dissertação de Mestrado. FCAP. SDI, Belém. 36pp.
- Rodrigues, V.G.S.; Castilla, C.; Costa, R.S.S.; Souza, V.F. 1998. *Produção de biomassa em capoeira melhorada: um passo para os SAF sustentáveis*. In: II Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais. Embrapa-CPATU, Belém. p.93-94.
- Salomão, R.P. 1994. *Estimativas de biomassa e avaliação do estoque de carbono da vegetação de florestas primárias e secundárias de diversas idades (capoeiras) na Amazônia Oriental, município de Peixe-boi, Pará*. Dissertação de Mestrado, UFPA/MPEG, Belém. 53pp.
- Salomão, R.P. 1996. Como a biomassa de florestas tropicais influi no efeito estufa. *Revista Ciência Hoje*, 21 (123): 38-47
- Serrão, E.A. 1995. Desenvolvimento agropecuário e florestal na Amazônia: proposta para o desenvolvimento científico e tecnológico. In: Costa, J.M.M. (org.). *Amazônia. Desenvolvimento econômico, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade de recursos naturais - Pará*. NUMA/UFPA, Belém. p.57-104
- Smith, N. 1996. Home gardens as a springboard for agroforestry development in Amazonia. *International Tree Crops Journal*, 9: 11-30.
- Smith, N.; Dubois, J.; Current, E.; Lutz, E.; Clement, C. 1998. *Experiências Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades*. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília. 146pp.
- Thibau, C.E. 2000. *Produção sustentada em florestas: conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações*. CVRD, Belo Horizonte. 512pp.
- Tsuchiya, A.; Hiraoka, M. 1999. Forest biomass and wood consumption in the lower course of the Amazon: a case study of the Urubuera Island. *Acta Amazonica*, 29 (1): 79-95

RECEBIDO EM 07/02/2003
ACEITO EM 17/12/2003